

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.1.483

JCCT 2022-1-55

비대면 교육을 위한 메타버스 구축 및 활용 사례에 대한 연구

A study on metaverse construction and use cases for non-face-to-face education

김준호*, 이병성**, 최성진***

Joon Ho Kim*, Byoung Sung Lee**, Seong Jhin Choi***

요약 최근 COVID-19로 인해 비대면 온라인 강의가 전 세계적으로 진행되고 있다. 포스트 코로나 시대의 고등교육은 원격수업이 주요 교수 학습방법으로 자리 잡고 있다. 이러한 때에 메타버스(Metaverse)가 새로운 대안으로 제시되고 있다. 메타버스는 아바타, 3D 공간, 상호작용을 동반한 활동과 같은 기본요소를 가지고 있으며 이것은 기존 VR(Virtual Reality) 콘텐츠와 비교되는 차이점이다. 본 연구는 메타버스의 3요소를 반영하여 실제 강의에 적용할 수 있는 교육용 메타버스 플랫폼을 설계하고 구축하였다. 즉, 중학교, 고등학교, 교사, 학부모 등의 사용성 평가를 통해 사용자의 요구사항을 반영하여 HMD, 스마트폰, 태블릿, PC 등 다양한 디바이스를 지원하는 크로스 디바이스 플랫폼을 구현하여 누구나 쉽게 메타버스 강의에 참여할 수 있도록 했다. 현재 메타버스 플랫폼은 다양하게 개발되어 서비스되고 있으나 교육용으로 설계된 서비스는 거의 찾아볼 수 없다. 기존 화상회의 솔루션인 Zoom과 같은 서비스를 비대면 교육용으로 사용했듯이 현재 서비스되는 메타버스의 일부 기능을 교육용으로 활용하여 일회성 이벤트 형태로 사용되고 있다. 본 연구를 통해 개발된 교육용 메타버스 플랫폼은 향후 교육을 위한 메타버스를 구축함에 있어서 참고가 될 수 있을 것으로 기대한다.

주요어 : 메타버스, 비대면 교육, 가상현실

Abstract Recently, due to COVID-19, non-face-to-face online lectures are being held all over the world. In higher education in the post-corona era, distance learning has become the main teaching and learning method. At this time, Metaverse is being proposed as a new alternative. Metaverse has basic elements such as avatars, 3D space, and activities accompanied by interaction, which can be seen as a difference compared to existing VR (Virtual Reality) contents. This study designed and built an educational metaverse platform that can be applied to actual lectures by reflecting the three elements of the metaverse. In addition, we implemented a cross-device-platform that supports various devices such as HMDs, smartphones, tablets, and PCs by reflecting user requirements through usability tests such as middle school, high school, college students, and parents, so that anyone can easily participate in Metaverse lectures. Currently, the metaverse platform is being developed and serviced in various ways, but there are hardly any services designed for education. Just as services such as Zoom, the existing video conferencing solution, were used for non-face-to-face education, some functions of the currently serviced metaverse are utilized for education and used in the form of a one-time event. The educational metaverse platform developed through this study is expected to be a reference in constructing the metaverse for education in the future.

Key words : Metaverse, Non-face-to-face education, Virtual Reality

*정회원, 동서대학교 전기정보제어학과 교수, 서울과학기술대학교 융합미디어·콘텐츠정책 박사과정 (제1저자)

**정회원, 서울과학기술대학교 융합미디어·콘텐츠정책 박사과정 (제2저자)

***정회원, 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 교수 (교신저자)

접수일: 2021년 12월 20일, 수정완료일: 2022년 1월 1일

게재확정일: 2022년 1월 8일

Received: December 20, 2021 / Revised: January 1, 2022

Accepted: January 8, 2022

*Corresponding Author: ssjchoi@seoultech.ac.kr

Dept. of Convergence Media Contents Policy Major,

SEOUL NATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, Korea

1. 서론

최근 COVID-19로 인해 비대면 온라인 강의가 전 세계적으로 진행되고 있는 상황이다. 포스트 코로나 시대의 고등교육은 원격수업이 주요 교수 학습방법으로 자리 잡고 있다. 이러한 때에 메타버스(Metaverse)가 새로운 대안으로 제시되고 있다. 메타버스는 가상, 초월이라는 뜻의 Meta와 우주, 세계라는 뜻의 Universe의 합성어로 1992년 닐 스테프슨(Neal Stephenson)의 SF 소설 스노우 크래시(Snow Crash)에 처음 등장하였으며 아바타를 이용하여 활동하는 세상을 메타버스라고 정의했다. 또한 2000년대 초 세컨드라이프(Second Life)는 3D 공간에서 아바타를 이용해서 다양한 활동을 할 수 있는 서비스였으며 현재 메타버스 서비스의 초기버전이라고 볼 수 있다[1, 2].

메타버스를 표방하고 있는 대표적인 플랫폼으로는 마인크래프트(Minecraft), 로블록스(Roblox), 포트나이트(Fortnite), 동물의 숲(Animal crossing)를 들 수 있다. 국내의 대표적 메타버스 플랫폼으로는 제페토(ZEPETO)를 필두로 SK텔레콤의 이플랜드(ifland) 등이 있다[3]. 최근에는 2D 기반의 모임과 회의, 교육 등에 특화된 게더타운(Gether.town)이 많은 주목을 받고 있다.¹⁾

¹⁾ 게더타운은 3D 공간이 아닌 2D 공간 기반이라는 점에서 메타버스 서비스라고 보기 어렵다.

미국의 비영리 기술연구단체인 ASF(Acceleration Studies Foundation)은 2007년에 ‘메타버스 로드맵’을 발표하였고, 메타버스의 영역을 증강현실(Augmented Reality), 거울세계(Mirror World), 가상세계(Virtual World), 라이프로그(Life logging)으로 나누었다[4]. 증강현실은 현실세계를 스마트폰 카메라 또는 증강현실 단말기(AR Glass)에 데이터가 중첩되는 기술이며[5, 6], 거울세계는 현실에 있는 것을 디지털 전환하는 개념이며, 3D 모델링을 통해 현실과 상호 소통하는 개념의 디지털 트윈(Digital Twin)과 유사하다고 볼 수 있다[7, 8]. 가상세계는 컴퓨터 그래픽으로 실제 현장이나 환경을 구현한 기술로서 현실에는 없는 공간을 구현하는 것이 특징이다[9]. 라이프 로그는 개인의 일상생활을 기록하고 저장하고 재현하는 기술이며, 페이스북, 인스타그램, VLog 등이 대표적인 사례이다[10, 11].



그림 1. 세계 최초 메타버스 강의 사례
Figure 1. The world's first metaverse lecture case

또한, 2021년부터 시작된 메타버스 열풍은 교육계에도 많은 영향을 주고 있는데, 순천대학교의 입학식을 필두로해서 건국대학교는 봄 축제를 메타버스에서 진행했고, 숭실대학교는 학교 캠퍼스를 구현하고 단과대학별로 동아리 부스를 만들어 홍보하기도 했다. 외국의 사례로는 주로 마인크래프트를 활용하고 있는데 미국의 펜실베이니아 주립대학교는 마인크래프트로 강의실을 개설하여 강의를 진행했으며, UC 버클리 대학교는 가상캠퍼스를 개설하고 졸업식을 생중계했다.

위의 사례들은 모두 2021년도에 메타버스가 핫이슈로 떠오른 이후 상용화된 서비스를 통해 일부 기능을 활용하여 학교의 비교과 행사의 일환으로 일회성 이벤트 형태로 진행한 것이다.

그런데, 메타버스가 이슈가 되기 전인 2020년 3월 31일 한국의 동서울대학교에서는 XR Class라는 가상현실 기반 온라인 강의 플랫폼을 개발하여 드론 창의 융·복합 트랙 정규과목 수업을 진행했다. 그림 1은 2020년 3월 31일 진행된 XR Class 강의 화면이다. 동서울대학교에서는 메타버스에서의 첫 번째 강의를 HMD를 착용하고 진행했으며 메타버스 공간에서 진행되는 강의를

페이스북으로 생중계 했다. 이때는 메타버스라는 용어가 등장하기 전이라서 메타버스 활용 사례로 인용되고 있지 않고 있다.²⁾

²⁾ 대학신문(UNN)에서는 2020.04.01. '동서울대, 가상현실 기반 XR class로 교육환경 변화 선도'라는 기사로 세계 최초 메타버스 강의 사례를 보도했다.
 (<http://news.unn.net/news/articleView.html?idxno=227724>)

본 연구에서는 교육용 메타버스 플랫폼인 XR Class 구축과정과 이를 활용한 교육적용 사례를 통해 향후 교육용 메타버스 플랫폼의 개발 방향을 제시하려고 한다.

II. 교육용 메타버스 구축

메타버스라는 개념의 정의는 학자나 기관마다 나름의 정의를 내리고 있다. 일반적으로는 '현실 세계와 같은 사회적·경제적 활동이 통용되는 3차원 가상공간'이라고 정의하고 있다. 디지털 전환(Digital Transformation)의 관점에서 보면 현실(Analog)의 데이터가 가상(Digital)으로 전환되는 것이다. 또한, 2D 디지털 공간으로 이루어진 인터넷이 3D 디지털 공간의 인터넷으로 전환되는 것으로 설명할 수 있다. 인터넷은 고도화된 소셜 그래프(Social Graph)³⁾를 통해 서로 연결되어있고, 인터넷 안에서 사회적 활동과 경제적 활동이 가능하다. 그러므로 메타버스는 3D 디지털 공간 기반의 인터넷 서비스라고 말할 수 있을 것이다.

³⁾ 소셜 그래프(Social Graph)는 소셜 네트워크를 표현하기 위하여 사용되는 구조다. 소셜 그래프는 노드(Node)와 링크(Tie)로 이루어져 있다. 노드는 소셜 네트워크상에서 활동하는 각 개인들이고, 링크는 이들 노드 간의 관계를 표현한다. 이 그래프는 소셜 네트워크의 특성을 시각화하여 보여주기 때문에 객관적인 특성파악이 용이해 진다.

대표적인 메타버스 플랫폼이라고 알려진 마인크래프트, 로블록스, 포트나이트, 동물의 숲, 제페토, 이프랜드, 스페이셜, 인게이지 등을 살펴보면 세가지 공통점이 발견된다. 첫 번째로 서비스의 환경이 3D 공간으로 구성되어있다는 것이다. 두 번째는 3D 공간 내부에는 '나'를 대신하는 아바타가 존재한다는 것이다. 기존 2D 기반 인터넷 서비스는 글쓴이, 화자 등으로 표현되던 사이버

공간 내부에서의 '자아'가 메타버스에서는 3D 아바타를 통해 시각적으로 표현된다는 것이다. 세 번째는 3D 공간에서 존재하는 '나', 즉 아바타가 서로 소통하며 활동한다는 것이다. 위와 같이, 메타버스는 3D 공간(Space), 아바타(Avata), 활동(Activity)이라는 3개의 기본요소를 가지고 있다. 위의 내용을 정리해보면 메타버스는 3D 디지털 공간에서 아바타가 활동하는 인터넷 서비스라고 정의할 수 있다.

또한 메타버스는 3가지 기본요소와 함께 다른 서비스들과 차별화된 고유 특징 5가지가 있는데 이를 5C라고 부른다[12]. 메타버스 고유 특징인 5C는 각각 세계관(Canon), 창작자(Creator), 디지털 통화(Currency), 일상의 연장(Continuity), 연결(Connectivity)이다. 그림 2는 메타버스의 기본요소와 5C를 포함한 메타버스 환경 구축을 위한 구성도이다. 그림 2 하단의 메타버스 사용자 매핑 도구는 5C 중에서 창작자에 대한 부분이다. 메타버스에서 창작자는 매우 중요한 부분이다. 창작자는 메타버스 공간에서 다양한 창작활동을 할 수 있는데 최근 NFT⁴⁾와 같은 블록체인 기술과 연결되어 메타버스 공간에서 수익을 창출할 수 있는 핵심자산으로 급부상하고 있다.



그림 2. 메타버스 환경구축 구성도
 Figure 2. Metaverse environment construction diagram

COVID-19 이후 비대면 교육의 니즈가 폭발적으로 증가함에 따라 화상채팅, 화상회의 솔루션을 교육 현장에 도입한 후 줌 피로 증후군(Zoom Fatigue)⁵⁾을 호소하는 사람들이 많아졌고, 기본적으로 교육환경에 최적화된 솔루션이 아니었다. 또한, 기존 LMS를 활용한 동영상 강의는 사진 동영상 강의 제작으로 인한 교육자의 부담이 증가되었고, 교육 현장의 강의 제작시설 부재와 강의의 질적 저하로 인한 피교육자의 만족도 저하, 실시간 커뮤니케이션 부재로 인한 느린 피드백 등으로 교육자, 피교육자 모두 만족도가 떨어지는 결과를 초래했다.

그러므로 교육환경에 최적화된 비대면 실시간 교육 솔루션이 필요해졌고 이러한 사회적 요구에 따라 교육환경에 최적화된 교육용 메타버스 플랫폼을 개발하게 되었다.

위의 그림 2를 바탕으로 교육용 메타버스 플랫폼을 구축하는 과정과 이를 활용한 교육 적용사례를 살펴본다.

- 4) 대체 불가능 토큰(Non-fungible token, NFT)이란 블록체인 기술을 이용해서 디지털 자산의 소유주를 증명하는 가상의 토큰(token)으로, 그림·영상 등의 디지털 파일이나 자산에 대체(복제)가 불가능한 암호를 꼬리표로 붙임으로써 그 고유한 원본성 및 소유권을 나타내는 용도로 사용된다.
- 5) 줌 피로 증후군은 가상 커뮤니케이션 플랫폼, 특히 화상 회의의 남용과 관련된 피로 증후군을 말한다. 이 이름은 Zoom이 아닌 화상회의 플랫폼을 언급했다라도 클라우드 기반 화상회의 및 온라인 채팅 소프트웨어 Zoom에서 파생되었다.

2.1 3D 공간(3D Space) 개발

메타버스 환경을 구축하기 위해서는 가장 먼저 클라우드 서버를 구축해야 한다. 클라우드 서버는 급증하는 트래픽 유입으로부터 유연하게 대응하기 위한 Auto Scaling, 로드밸런서를 통해 다중 데이터센터에 시스템을 이중화할 수 있어야 하며, 컨테이너 기반 통합 플랫폼 구축으로 서비스 관리 편리성과 확장성을 확보할 수 있어야 한다. 이러한 요구사항을 만족시킬 수 있는 아마존 클라우드 서버(AWS:Amazon Web Services)를 사용하기로 했다. 그림 3은 메타버스 구현을 위한 AWS 클라우드 아키텍처 구성도 이다.

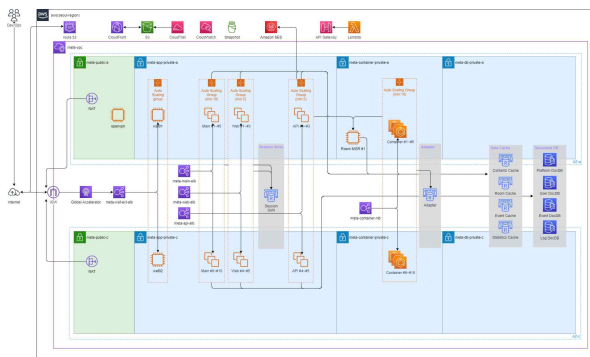


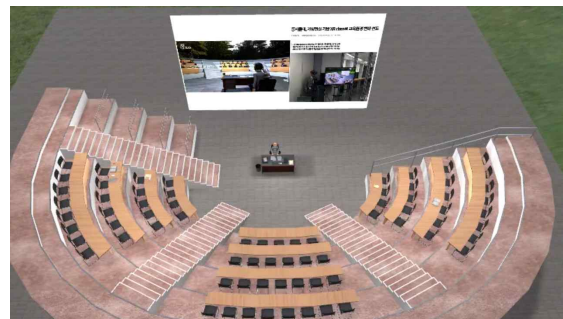
그림 3. 메타버스 구현을 위한 클라우드 아키텍처 구성도
Figure 3. Cloud architecture diagram for metaverse implementation

클라이언트 개발도구는 유니티(Unity)를 사용했다. 유니티는 게임엔진으로 GUI가 매우 직관적이며, 유지 친화적으로 구성되어있어서 개발에 편리하다. 또한, 다양한 플랫폼으로 빌드가 가능해서 크로스 플랫폼을 목표로 하는 메타버스 개발에 있어서 많은 장점을 가지고 있다. 유니티를 선택한 가장 중요한 점은 에셋 스토어이다. 각종 모델링 에셋, 리소스, 플러그인까지 모두 에셋 스토어에서 구입이 가능하다. 전문적인 모델러가 없는 상황에서도 개발이 가능하다는 장점이 있다. 물론 유니티도 단점이 존재한다. 하지만 장점이 더 많기 때문에 클라이언트 개발도구로 선정했다.

강의를 위한 3D 공간은 유니티 에셋 스토어에서 구매했다. 그러나 구매한 3D 환경은 개발하고자 하는 메타버스에 맞게 설정하는 과정이 필요하다. 이 부분이 가장 시간이 많이 소요되는 작업이다. 특히, 목표로 하는 HMD가 가장 저렴한 3DoF HMD인 Pico 4K였기 때문에 HMD에 최적화하기 위해서는 많은 시행착오를 반복해야만 했다. 그림 4는 메타버스 강의실 3D 환경 구성을 위한 에셋 구매 후 개발환경에 맞게 세팅한 결과물이다. 최초 구매했던 환경과 많이 달라진 것을 확인할 수 있다.



(a) 유니티 에셋 스토어에서 구입한 강의실 에셋



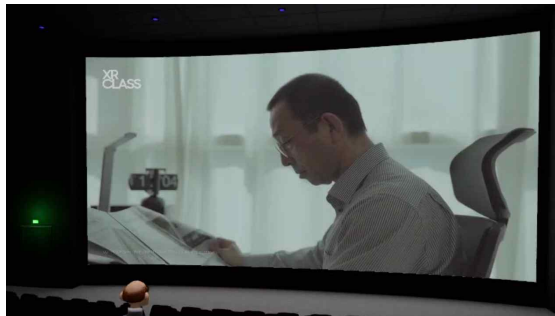
(b) 목표 HMD에 최적화된 메타버스 강의실

그림 4. 메타버스 강의실 구현
Figure 4. Implementation of metaverse classroom

그림 4에서 (a)와 (b)는 많은 차이점이 있는데, 칠판은 강의 자료를 재생할 수 있는 대형 패넬을 삽입하여 PDF, 유튜브 동영상, 라이브 스트리밍 재생이 가능하도록 했으며, 최초 구매했던 강의실 에셋에서 불필요한 부분을 모두 제거하고 목표로 한 HMD에 최적화시켰다. 최적화의 결과로 강의실에 교수포함 최대 45명까지 입장이 가능하게 되었다. 강의실 구현을 마치고 추가로 6명이 소규모 회의를 할 수 있는 회의실, 200명이 동시에 영화를 감상할 수 있는 메타버스 시네마, 최대 200명이 동시에 컨퍼런스를 할 수 있는 컨퍼런스 공간까지 메타버스 환경을 구축했다. 그림 5는 회의실, 시네마, 컨퍼런스 공간을 구현한 이미지이다.



(a) 메타버스 회의실



(b) 메타버스 시네마



(c) 메타버스 컨퍼런스 공간

그림 5. 다양한 메타버스 공간 구현
 Figure 5. Implementation of various metaverse spaces

2.2 아바타(AVATA) 환경 개발

메타버스 3D 공간에서 ‘나’를 대신할 수 있는 아바타의 존재는 매우 중요하다. 아바타는 사용자의 선택을 통해 다양하게 변화될 수 있어야 한다. 이렇게 할 수 있는 아바타 선택기능을 구현해야 한다. 유니티 에셋 스토어에서 자유롭게 커스터마이징 할 수 있는 아바타 에셋을 구매하여 개발된 3D 공간에 배치할 수 있게 되었다. 3D 공간과 아바타는 매우 밀접한 관계가 있는데 3D 공간에 동시 입장할 수 있는 인원수는 아바타의 상태에 따라 매우 달라지기 때문이다. 고도의 그래픽이 적용된 아바타는 그래픽 성능이 좋은 디바이스에서는 문제가 없지만 HMD나 모바일 기기에서는 많은 문제가 발생하기 때문이다. 따라서 아바타 커스터마이징 후 3D 환경에서 많은 테스트 과정을 거쳐야만 최적화를 시킬 수 있다. 제한된 성능과 다양한 3D 공간, 그리고 크로스 디바이스에서 아바타를 최적화 시키는 과정은 개발 기간 동안 가장 많은 시간과 노력이 들어가는 과정이다. 그림 6은 메타버스 애플리케이션을 실행한 후 3D 공간에 입장할 수 있는 아바타를 선택하는 화면(a)과 아바타를 사용자의 취향에 따라 선택할 수 있는 화면이다(b).



(a) 연령별 아바타 선택화면



(b) 아바타 설정화면

그림 6. 아바타 선택 및 설정 화면
 Figure 6. Avatar selection and setting screen

아바타를 설정하고 나면 3D 공간을 선택할 수 있는 화면이 나오고 사용자가 선택해서 원하는 공간을 생성할 수 있다. 생성된 공간은 서버 설정에 따라 사용시간이 정해지며, 공간을 만든 사용자가 참여자를 초대하여 강의가 진행된다. 3D 공간 생성은 무한대로 할 수 있다. 그림 7은 사용자가 3D 공간을 선택하고 생성하는 화면이다.



그림 7. 3D 공간 선택과 생성
Figure 7. 3D space selection and creation

클라우드 환경과 3D 공간과 아바타 시스템이 개발되어 그림 8과 같은 메타버스 환경이 구축되었다.



그림 8. 메타버스 환경 구축
Figure 8. Build metaverse environment

2.3 소통 및 활동

교육용 메타버스의 소통 및 활동에 대한 부분은 교수자와 학생 간 상호작용에 대한 것이다. 활동이라는 것은 어떠한 목적을 가지고 메타버스에서 이루어지는 행위 자체를 말하는 것이다. 따라서 아바타가 이동하는 것은 활동이라는 큰 영역의 한 부분일 뿐이다. 메타버스에서 아바타 이동은 크로스 디바이스 환경, 3DoF와 6DoF 환경에서의 아바타 이동에 대한 부분까지 세심하게 고려되어야 한다.

2.3.1 음성 채팅

교육용 메타버스에서 소통 방식은 교수자와 학생들 간 음성(Voice)채팅이다. 음성채팅은 1:N 방식과 N:N 방식이 모두 가능해야 한다. 또한, 교수자가 음성을 보낼 때 학생들은 모두 그 음성을 동시에 들을 수 있어야 한다. 그래서 음성 서버가 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 따라서 음성(Voice) 채팅 기술에 있어서 가장 중요한 부분은 N:N 일 때 모두 동시 또는 지연시간(latency) 제로에 가깝게 개발되어야 한다. 이번 교육용 메타버스 구축에 사용된 음성(Voice) 서버는 유니티, 언리얼과 같은 게임엔진에 최적화되어있는 VIVOX 플러그인을 적용했다. VIVOX⁶⁾는 거의 대부분의 플랫폼을 지원하며, 3D 포지셔닝 사운드 기능이 제공되기 때문에 강의실, 회의실, 컨퍼런스 룸과 같은 3D 공간에서 실제 공간에서 음성이 전달되는 것과 같은 느낌을 구현할 수 있다. 그림 9는 VIVOX를 사용하는 서비스에 반드시 삽입해야 되는 VIVOX의 로고이다. VIVOX는 채널당 200명 보이스 채팅을 지원하며 메타버스 공간에서 입장 가능한 인원수가 보이스 채팅 지원 부분과 밀접한 관련이 있다. VIVOX를 메타버스 공간에 최적화시켰을 때 최대 인원이 200명이라는 것이다. 참고로 SKT의 이프랜드도 VIVOX 음성 채팅으로 구현했는데 하나의 룸에 참여할 수 있는 최대 인원은 130명이다. 본 연구에서 개발한 메타버스 플랫폼에서 참여 가능한 최대 인원수는 200명이다. 실제로 200명 이상 참여했을 때도 전혀 문제없이 행사를 진행할 수 있었다.



그림 9. VIVOX 로고
Figure 9. VIVOX Logo

⁶⁾ Vivox는 발로란트, 배틀그라운드, 리그 오브 레전드, Rainbow Six Siege와 같이 업계를 선도해 나가는 게임에서 플레이어에게 가장 좋은 커뮤니케이션 서비스를 제공하는 솔루션으로 신뢰받고 있습니다. 게임 엔진이나 타겟 플랫폼에 관계없이 모든 게임을 지원하며, 통합과 호스팅 관리가 간단한 솔루션이다.

2.3.2. 메타버스 라이브 스트리밍

메타버스 라이브 스트리밍은 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 메타버스 공간에서 발생하는 이벤트를

유튜브, 페이스북 등으로 라이브 스트리밍 하는 방법이 있고, 두 번째는 현실에서 진행되는 이벤트를 메타버스 공간으로 라이브 스트리밍하는 방법이 있다. 첫 번째는 메타버스에서 발생하는 이벤트를 현실공간에서 함께 참여할 수 있게 하고, 두 번째는 메타버스에 참여하고 있는 사람들에게 현실공간의 이벤트에 참여하게 할 수 있게 한다. 라이브 스트리밍이라는 기술로 가상과 현실을 연결할 수 있다.

첫 번째 메타버스에서 현실 공간으로 라이브 스트리밍하기 위해서 메타버스에 옵저버 형태로 접속할 수 있는 기능을 구현했다. 옵저버로 접속하게 되면 다양한 시선으로 메타버스 공간을 이동할 수 있도록 했다. 메타버스에서 이벤트 상황을 중계방송처럼 라이브 스트리밍할 수 있다. 그림 10은 옵저버 모드 접속을 할 수 있는 화면이다.

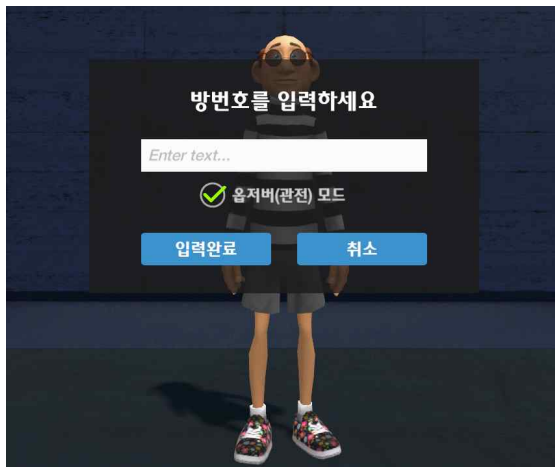
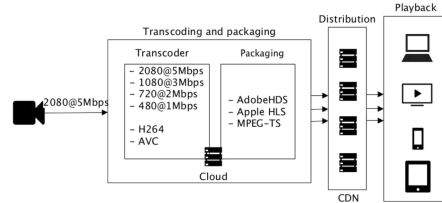


그림 10. 메타버스 옵저버 모드
 Figure 10. metaverse observer mode

두 번째는 현실 공간의 이벤트를 메타버스로 라이브 스트리밍 하는 방식이다. 이 부분은 실제 강의를 진행 하면서 실습하는 장면 등을 실시간으로 메타버스 공간으로 보내기 위해서 구현되었다. 메타버스로 라이브 스트리밍을 보내기 위해 스트리밍 서버와 트랜스코더를 개발하여 HMD에서 문제없이 재생될 수 있도록 최적화 하였다. HMD에서는 3D, 180도 3D, 360도 영상 등 다양한 동영상 포맷을 지원할 수 있도록 개발했다.

메타버스와 현실을 연결시키는 라이브 스트리밍은 실습과 실증이 필요한 과목에서 유용하게 사용할 수 있다. 비록 학생들이 실제 대면 수업에서처럼 개별적으로 실습 및 실습에 참여할 수는 없지만 비대면 수업에서는

불가능한 생생한 현장감을 느낄 수 있을 것이다. 실제 동서대학교 드론 창의 융복·합 트랙 수업에서 드론을 조종하는 장면과 드론 코딩하는 장면을 라이브 스트리밍을 통해 메타버스로 보냈고 학생들은 집에서 메타버스로 접속하여 실습화면을 실시간으로 시청할 수 있었다.



(a) 메타버스 라이브 스트리밍 워크플로우



(b) 메타버스 라이브 스트리밍 시 영상 포맷 설정

그림 11. 메타버스 라이브 스트리밍
 Figure 11. metaverse live streaming

2.4. 사용성 평가

한국전파진흥협회(RAPA)와 한국리서치의 도움을 받아 개발 중인 메타버스 플랫폼 XR Class⁷⁾를 활용하여 VR 원격교육 플랫폼 사용성 평가를 하였다. 기간은 2020년 8월부터 2020년 12월까지 진행했으며 중·고등학생, 교사, 학부모를 주요 평가 대상으로 선정했다. 도시 지역 학교 2개교(내곡중, 종암중)와 농산어촌 지역 학교 1개교(횡성고) 선정했으며 각 학교에서 2개 학급, 총 6개 학급을 추출하여 학급 단위로 조사를 진행했다. 최종적으로 수집된 VR 원격수업 사용성 평가 응답자는 총 130명이었으며, 그중에 학생은 109명, 교사 5명, 학부모 16명이었다. 본 조사의 응답자 구성은 표 1과 같다.

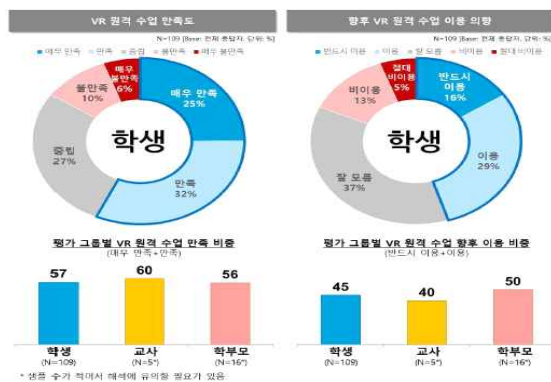
⁷⁾ XR Class는 강의실만 있던 초기버전이고, 강의실외에 추가로 회의실, 시네마, 컨퍼런스 룸을 추가했고, 서비스를 이름을 XR Square로 변경했다. 사용성평가는 XR Square라는 이름으로 진행했다.

표 1. VR 원격교육 플랫폼 사용성 평가 응답자
Table 1. VR remote education platform usability evaluation respondents (단위:명)

구분	도시 지역		농산어촌지역	합계
	내국중학교	중앙중학교	황성고등학교	
학생	34	46	29	109
교사	2	2	1	5
학부모	2	10	4	16

출처 : VR 원격교육 플랫폼 사용성 평가 보고서, pp. 6, 한국전파진흥협회, 한국리서치, 2020)

그림 12는 VR 원격수업 만족도 및 향후 이용 의향 조사결과이다. 조사결과 전체 학생 중 절반 이상인 57%가 VR 수업에 만족한다고 응답했으며, 향후 수업 이용 의향이 있는 학생은 45%로 만족도 평가 대비 약간 낮은 편으로 나타났다. 또한, 새로운 수업 방식에 흥미를 보이며, 다양한 체험과 생동감 있는 수업 효과를 긍정적으로 평가했다. 교사와 학부모도 학생과 유사한 수준의 수용도를 보였다. 따라서 VR 원격수업에 대한 수용도가 아주 높은 수준이라고 할 수는 없지만, 수용 가능성은 있는 것으로 나타났다.



출처 : VR 원격교육 플랫폼 사용성 평가 보고서, pp. 17, 한국전파진흥협회, 한국리서치, 2020)

그림 12. VR 원격수업 만족도 및 향후 이용 의향 조사결과
Figure 12. VR remote class satisfaction and future use intention survey result

특히 주목할 만한 결과는 황성고등학교에서 VR 수업에 만족하는 학생 비중이 86%로 도시지역 중학교 학생보다 높은 만족도를 보였는데, 이러한 결과는 농산어촌지역 학생이 VR 사용 경험이나 체험 가능한 인프라가 상대적으로 적어 VR을 활용한 원격수업에 대한 호응도가 높게 나타나는 것으로 판단된다.

VR 원격수업에 대한 관심이 높았던 것에 비해 수용도

가 아주 높게 나타나지 않은 이유는 1) VR 원격수업 플랫폼(XR Square)은 초기 버전이었다는 점, 2) 일부 네트워크 접속 안정성에 대한 문제, 3) VR 원격수업의 학습 효과에 대한 우려일 것으로 판단되었다. ‘XR Class’와 ‘XR Squire’는 HMD에서만 수업이 가능했기 때문에 HMD 사용에 대한 불편함을 호소했으며, 특히 강의를 진행하는 교사의 경우 HMD를 착용한 채 강의를 진행하는 부분에 대해 개선 요청을 많이 했다. 또한, VR 원격수업은 학생들이 모두 각자의 집에서 접속하는 것을 기본으로 설계되었으나 학생들이 학교에 모두 나와서 동시에 HMD를 착용하고 교내 WiFi에 접속하다 보니 네트워크 안정성 부분에서 문제가 발생하기도 했다.

그림 13은 VR 원격수업에 대한 기대효과 및 기존 온라인 수업대비 평가 결과이다.



출처 : VR 원격교육 플랫폼 사용성 평가 보고서, pp. 40-41, 한국전파진흥협회, 한국리서치, 2020)

그림 13. VR 원격수업에 대한 기대효과 및 기존 온라인 수업 대비 평가 결과
Figure 13. Expected effects of VR remote classes and evaluation results compared to existing online classes

VR 수업에 대해 기존 온라인 수업대비 생동감, 참여도, 흥미성 등을 높게 평가하며, 상호작용과 집중도도 기존 온라인 수업대비 높다고 인식했다. 또한, 그룹 간 비교 결과 학생, 교사, 학부모가 거의 유사한 결과를 보여주었다.

VR 원격수업 개선 사항은 그림 14와 같다. 학생들은 VR 원격수업의 네트워크 안정성을 가장 개선되어야 할 부분으로 꼽았으며, 교사는 효과적인 학생 관리를 위한 기능들이 필요하다는 인식이 높게 나타났다. 그리고

VR 수업에서 다양한 자료를 활용할 수 있는 환경이 마련되어야 한다는 의견도 높은 비중을 차지했다. 학생들의 의견 중 수업 시 필기 문제해결 부분은 교사에서도 동일하게 요청사항이 있었고, VR 기기 발열 문제는 플랫폼 개발 시 HMD 최적화 부분을 통해 발열을 최소화시킬 수 있으나 원칙적으로 HMD 제조사에서 해결해야 할 부분이다. VR 기기 경량화의 부분도 위와 마찬가지로 HMD 제조사에서 해결해줘야 하는 부분이다.

학생	교사	학부모
<ul style="list-style-type: none"> • 화질 및 자료 화면 선명도 개선 • 안정적인 인터넷 연결 • 어지러움 해결 • 수업 시 필기 문제 해결 • VR 기기 경량화 • VR 기기 발열문제 해결 • 일괄한 커뮤니케이션 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 자료 활용 가능 - 수업 중 다양한 사이트 접근 가능 - 타 커뮤니티와 연계 - 학습 결과 공유 커뮤니티 등 • 소회의실 관리 가능 • 학생 화면 모니터링 가능 • 출석 확인 가능 • 동영상 개인별 재생 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 어지러움 해결 • 원장과 동일한 커뮤니케이션 (질의/응답 강화) • 시력 약화 방지 • 발열 현상을 최소화 • 아바타 대신 실제 인물 사진 사용

출처 : VR 원격교육 플랫폼 사용성 평가 보고서, pp. 52, 한국전파진흥협회, 한국리서치, 2020)

그림 14. VR 원격수업 개선 사항
 Figure 14. VR Remote Learning Improvements

추가적인 개선 사항으로는 360도 영상을 활용 부분, 교사의 경우 PC에서 조작했으면 좋겠다는 의견, 교육 자료를 3차원으로 보여주었으면 하는 내용과 학생들의 경우는 스마트폰에서도 접속 가능했으면 좋겠다는 의견을 주었다.

2.5 사용성 평가 후 추가 기능 개발

위와 같은 개선 및 추가 요청사항을 반영하여 추가 개발을 진행했다. 초기 교육용 메타버스 플랫폼은 HMD만을 지원했다. 가상공간에 접속하고 몰입감과 현장감을 극대화하기 위해서는 HMD로 접속하는 것이 가장 좋은 효과를 나타내기 때문이다. 이러한 장점에도 불구하고 HMD의 낮은 보급률 때문에 확장성이 매우 떨어지는 단점이 있었다. 교육용 메타버스 플랫폼의 확장성 부분에서도 다양한 디바이스에서 접속이 가능해야만 했고 사용성 평가에 참여했던 교사와 학생들도 PC나 스마트폰에서도 접속 가능했으면 좋겠다는 의견이 많았다. 또한, HMD에서는 판서 기능을 활용하기 어려웠으나 PC와 스마트폰에서는 판서 기능도 원활하게 사용할 수 있으므로 다양한 디바이스를 지원하는 크로스 플랫폼으로의 전환은 필수적이라고 판단했다.

스마트폰 버전은 기본적으로 안드로이드 운영체제와 iOS에서 최적화되었으며, 타블렛은 안드로이드 운영체제

버전을 개발하였다. 그리고 PC 버전, MAC 버전, 스마트폰, HMD와 동일한 UI를 지원하는 형태로 개발되었다. 그림 15는 안드로이드와 MAC에서 접속한 교육용 메타버스 플랫폼 화면이다.



(a) 안드로이드에서 접속한 교육용 메타버스 플랫폼



(b) MAC에서 접속한 교육용 메타버스 플랫폼

그림 15. 크로스 디바이스 플랫폼
 Figure 15. Cross device platform

또한, 학생, 교사가 모두 요청했던 기능인 판서 기능의 개발이다. HMD에서는 컨트롤러를 사용하고, PC와 MAC에서는 마우스를 활용하고 스마트폰과 타블렛에서는 터치스크린 전용 펜슬을 이용해서 판서해야 한다. 그림 16은 판서 기능에 대한 화면인데 교사의 화면에는 판서할 수 있는 패널이 생성되고 판서를 하게 되면 학생 등 참여자의 화면에서 동일하게 동기화되어 나타난다. 판서 기능은 현재 교수나 교사 등 강의 진행자만 할 수 있도록 했으며, 학생 등 참여자는 판서를 할 수 없게 되어 있다. 현재는 누구나 회원가입 없이 사용할 수 있도록 되어 있어서 참여자 개인들이 자신의 화면에 따로 판서 또는 메모를 하는 기능은 활성화되지 않았다.

교육 자료를 3차원으로 보여주는 기능과 HMD에서는 불가능했던 문자 채팅 기능도 구현했다. 다양한 3D 에셋을 강의 중에 활용할 수 있도록 했으며, 문자 채팅에 익숙한 사용자들과 말을 할 수 없는 상황에서도 상호작용을 할 수 있도록 문자 채팅 기능을 PC, MAC 버전, 스마트폰 버전에 추가했으며 HMD에서는 채팅을



(a) 교사의 화면에 구현된 판서 기능



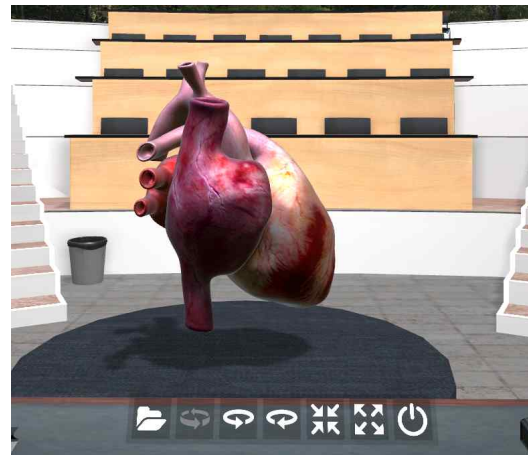
(b) 참여자의 화면에서 동기화된 판서 내용

그림 16. 판서 기능 구현 화면
Figure 16. Writing function implementation screen

확인할 수 있도록 했다. 특히, 문자 채팅은 언어 장애가 있는 분들과 학생들의 요청이 많았다. 3D 에셋의 경우 추후 3D 모델링 자료를 공유하는 스케치 펍⁸⁾과 같은 사이트와 연동할 수 있도록 할 예정이며, 참여자들이 직접 만든 3D 에셋도 활용할 수 있도록 제작 가이드라인도 공유할 것이다. 그림 17은 3D 모델링 자료를 강의에 활용하는 화면과 문자 채팅 기능 구현 화면이다.

⁸⁾ 스케치펍 : 3D 모델링 결과물을 공유하는 사이트 (<https://sketchfab.com/>)

위와 같이 교육용 메타버스 플랫폼을 구현하기 위해 메타버스의 기본요소인 3D 공간, 아바타, 소통 및 활동에 대한 부분을 개발했다. 또한, 사용성 평가를 통해 학생, 교사, 학부모의 만족도를 확인하였고 개선 요청사항에 대한 부분도 지속적인 업데이트를 통해 대부분 해결했다. 그러나 메타버스가 기존 서비스와 차별화 할 수



(a) 3D 모델링 자료를 강의에 활용하는 화면



(b) 문자 채팅 기능 구현

그림 17. 3D 모델링 활용과 문자 채팅 기능
Figure 17. Utilization of 3D modeling and text chat function

있는 5C, 즉 세계관, 창작자, 디지털 통화, 연결, 일상의 연장에 대한 부분은 현재 개발 중이거나 계획 중에 있으며 향후 추가 연구가 진행되어야 한다.

III. 메타버스 교육 적용 사례

3.1 첫 번째 메타버스 강의

그림 1에서와 같이 2020년 3월 31일 동서대학교 교 창의 메이커스페이스에서 세계 최초 메타버스 강의를 진행했다. 2020년 3월 30일에는 학생들에게 메타버스 강의에 대한 사전 테스트를 진행하고 HMD를 모두 나눠주었다. 다음날 실제 메타버스 강의는 각자 집에서 접속할 수 있도록 안내를 했다. 그림 18에서처럼 메타버스 강의의 사전 테스트 장면과 학교 관계자분들의 테스트가 진행되었다.

그림 19는 첫 번째 메타버스 강의 시작을 알려주는 문자 메시지와 첫 번째 강의 시작 화면이다. 첫 번째 메타버스 강의가 끝나고 학생들의 반응은 매우 긍정적이었다. 실제 학교에서 수업하는 것 같았다는 의견이 가장 많았으며, 기기 조작의 어려움을 호소하는 학생들은

전혀 없었다. 그리고 학생들의 적극적인 참여를 통해 한 학기 동안 지속적으로 메타버스 강의를 진행할 수 있었다. 한 학기 동안 참여 학생들의 피드백을 받아 플랫폼을 지속적으로 업데이트하게 되었다. 그림 20은 드론 융·복합 트랙 메타버스 강의 화면이다.

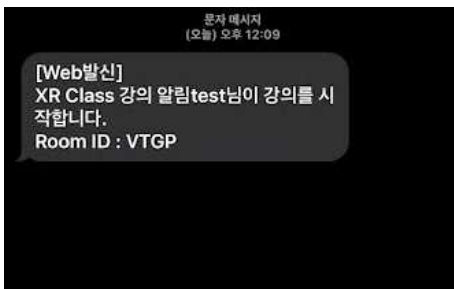


(a) 메타버스 강의 학생 사전 테스트 장면



(b) 메타버스 강의 학교 관계자 사전 테스트 장면

그림 18. 메타버스 강의 사전 테스트
 Figure 18. Metaverse lecture pre-test



(a) 첫 번째 메타버스 강의 시작을 알리는 문자 메시지



(b) 첫 번째 메타버스 강의 시작 화면

그림 19. 첫 번째 메타버스 강의 시작
 Figure 19. Start of the first metaverse lecture



그림 20. 드론 창의 융·복합 트랙 강의
 Figure 20. Drone Creativity Convergence Track Metaverse Lecture

3.2 메타버스 라이브 스트리밍 강의

한국전과진흥협회(RAPA)의 요청으로 대학원생들로 구성되어있는 XR Lab 학생들을 대상으로 메타버스 공간 안으로 드론 조종 및 촬영화면을 라이브 스트리밍으로 전송하여 강의를 진행했다. 학생들은 각자 자신들의 Lab에서 메타버스로 접속을 했고, 강의자는 목동 근린 공원에서 드론을 조종하면서 메타버스 공간에서 강의를 진행했다. 그림 21은 메타버스 안으로 라이브 스트리밍하는 장면이다. 주최 측과 학생 모두 메타버스에서 이런 강의가 가능하다는 것에 대해 많은 관심을 보여주었다.



그림 21. 메타버스 라이브 스트리밍 강의
 Figure 21. Metaverse Live Streaming Lecture

3.3 메타버스 캡스톤디자인 수업

캡스톤디자인 팀 프로젝트 수업을 메타버스에서 진행했으며, 학생들은 자신들의 팀원들과 메타버스 회의실에 따로 모여서 팀 회의를 진행했고 결과물을 제출했다. 특히 병원에 입원해 있는 학생도 있었고, 코로나 확진자와 동선이 겹쳐 자가 격리 중인 학생도 있었는데, 메타버스에서 강의를 진행함으로써 수업 결손 없이 강의에 참석할 수 있었다. 그림 22는 메타버스에서 캡스톤디자인 수업을 진행하는 화면이다.



(a) 메타버스 회의실에서 팀회의 하는 장면



(b) 병원 입원 중에 메타버스 강의에 접속한 화면



(c) 자가 격리 중에 메타버스 강의에 접속한 화면

그림 22. 메타버스 캡스톤디자인 수업
Figure 22. metaverse capstone design class

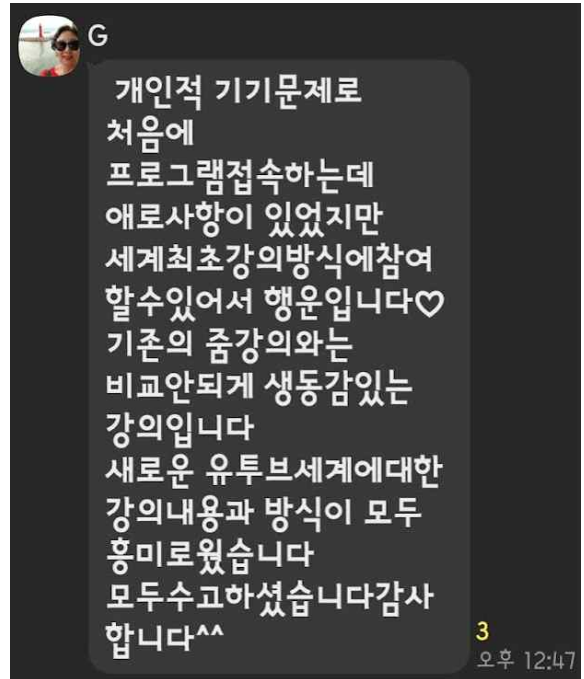
3.4 평생교육원 유튜브 크리에이터 과정 수업

동서울대학교 평생교육원 유튜브 크리에이터 과정 수업 중 전문가 특강을 메타버스에서 진행했다. 평생교육원 수강생들은 평균 연령대가 50세 이상인 분들이었는데 처음 접속에 어려움을 호소했으나 강의 시작 후에는 특강이 종료될 때까지 큰 문제없이 강의에 참석했다. 대부분 메타버스라는 환경을 처음 경험하는 분들이었는데 강의 후에 만족도가 매우 높았다. 이 사례는 메타버스 강의는 연령대와 상관없이 높은 만족도를 보인다는 것에 대해 주목할 필요가 있다. 그림 23은 메타버스에서 평생교육원 수업을 진행하는 장면과 강의 후기를

보내준 수강생의 메시지이다.



(a) 평생교육원 메타버스 강의



(c) 평생교육원 메타버스 강의 후 수강자의 후기

그림 23. 평생교육원 메타버스 강의
Figure 23. Lifelong Education Center Metaverse Lecture

3.5 VOD 영상을 활용한 메타버스 강의

메타버스 공간에서 기존에 제작되어있던 강의영상을 활용하여 메타버스 강의를 진행했다. 기존 메타버스 강의 형태는 강의 자료와 영상 자료를 사용하면서 진행했던 것과는 다르게 비대면 강의를 위해 제작된 온라인 강의 영상을 학생들과 함께 시청하면서 보충 설명과 문자 채팅을 통해 질문과 답변을 하면서 강의를 진행했다. 학생들의 이해도 측면에서 매우 좋은 결과를 나타냈다. 이러한 강의 방식은 사전 녹화된 강의 영상에서 빠진 부분이나 추가 설명이 가능하다는 것, 지난 2년여 동안 강의자 스스로 제작한 강의 영상을 활용할 수 있다는 것에서 주목해봐야 할 사례라고 판단된다.

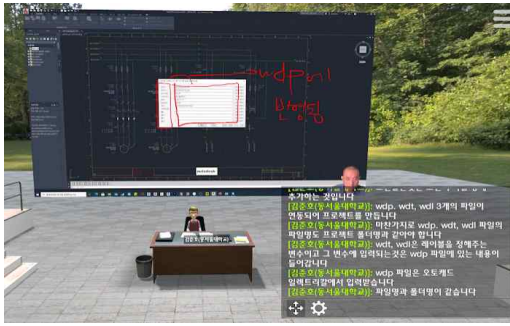


그림 24. 기존 강의 영상 활용한 메타버스 수업
 Figure 24. Metaverse class using existing lecture videos

3.6 메타버스 컨퍼런스

메타버스 공간에서 300여명이 동시에 접속해서 진행되었던 메타버스 컨퍼런스 사례이다. 한국고등직업교육학회 학회장 이·취임식 행사와 Meta-versity & EduTech 직업교육 혁신 컨퍼런스가 진행되었다. 전국 130여 개 전문대학에서 대부분 메타버스로 접속했으며 행사를 진행하는 분들도 모두 각자의 학교에서 접속하여 진행되었던 행사이다. 1개 채널의 메타버스 공간에서 사례를 찾아볼 수 없는 많은 수의 참여자 수를 기록한 의미 있는 메타버스 행사였다. 이 행사 이후 한국고등직업교육학회에서는 메타버스 선도대학이라는 대규모 컨소시엄을 구성하여 48개 전문대학이 참여하는 직업교육이 가능한 실감 콘텐츠 기반 메타버스 플랫폼을 구축하는 대규모 프로젝트가 진행되고 있다.⁹⁾ 메타버스 선도대학에 참여하는 대학들은 공동학위, 학점 공유, 마이크로학위 등 전문대학의 디지털 전환을 메타버스를 통해 완성하겠다는 계획을 실천하고 있다. 그림 25는 한국고등직업교육학회 메타버스 컨퍼런스 장면이다.

⁹⁾ 48개 전문대학들 모여 메타버스 교육 생태계 새 판 짜다 (UNN, 2021.12.12., <http://news.unn.net/news/articleView.html?idxno=521380>)



그림 25. 한국고등직업교육학회 메타버스 컨퍼런스
 Figure 25. Metaverse Conference of the KOHVEA

3.7 메타버스 360도 영상 라이브 스트리밍

그림 26은 메타버스 공간에서 현장의 상황을 360도 카메라로 실시간 라이브 스트리밍하는 장면이다. 메타버스 얼라이언스 출범식 현장에서 360도 카메라로 메타버스 공간으로 라이브 스트리밍을 진행했다. 행사에 참여하지 못하고 메타버스로 접속한 분들에게 생생한 행사 현장에 있는 것 같은 현장감을 느낄 수 있도록 했다. 이 사례는 360도 영상의 장점과 메타버스의 장점을 융합한 사례로 향후 많은 이벤트에서 응용할 수 있을 것이다.



그림 26. 메타버스 360도 영상 라이브 스트리밍
 Figure 26. Metaverse 360 degree video live streaming

3.8 드림위드 앙상블¹⁰⁾ 단원 메타버스 수업

그림 27은 국내 최초 발달장애 전문 연주 단체 드림위드 앙상블 단원들의 메타버스 수업 장면이다. 메타버스에서는 장애인과 비장애인 차별이 없다는 것을 보여주는 대표적인 사례이다. 메타버스에서 드림위드 앙상블 단원들을 지도했던 운동혁 팀장에 의하면 메타버스 수업 이후 단원들의 참여도가 놀랄 만큼 좋아졌으며 남들 앞에서 이야기를 잘 하지 않았던 단원도 메타버스에서는 문자 채팅을 통해 적극적으로 자신의 의견을 말하고 있다고 했다. 특히, 경계성 장애를 가진 단원은 메타버스 수업 이후 크게 달라졌다고 했다. 드림위드 앙상블 단원들이 메타버스에서 강사가 될 수 있을 것 같은 기대감이 들 정도로 효과가 대단했다는 인터뷰를 해주셨다. 드림위드 앙상블 단원들과 같은 발달장애를 가진 분들을 위한 메타버스 구현에 대해서도 추가 연구를 진행할 예정이다.

¹⁰⁾ 드림위드 앙상블 : 국내 최초 발달장애 전문 연주단체이며 발달장애인의 연주 및 강연, 교육 등 음악을 통하여 사회를 아름답게, 장애인에 대한 편견해소, 장애인식 개선 등의 소명의식을 가지고 이를 실천하는 사회적 협동조합.

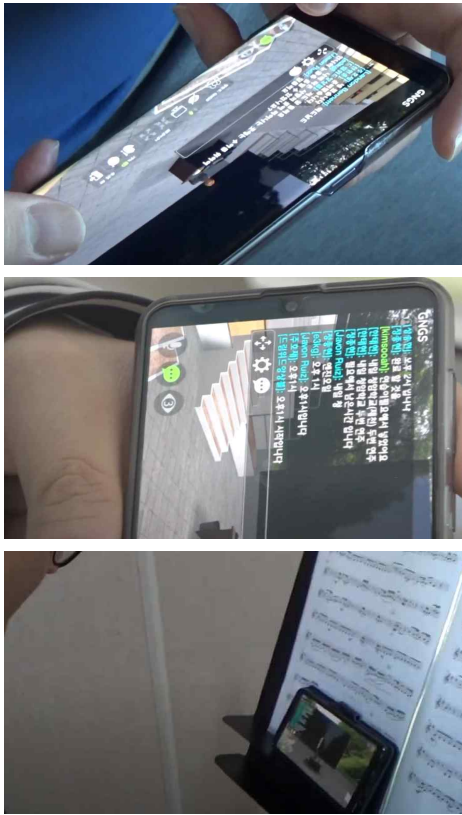


그림 27. 드림위드앙상블 단원들의 메타버스 수업 장면
Figure 27. Dreamwith Ensemble members metaverse class scene

IV. 결론 및 향후과제

본 연구는 장기간 지속 되고 있는 COVID-19 시대에서 비대면 강의를 메타버스 환경에서 진행하기 위한 교육용 메타버스 플랫폼에 관한 것이다. 이것은 기존 비대면 강의 솔루션보다 훨씬 더 현장감과 몰입감 있는 강의 환경을 제공한다. 또한, 최초 개발 시 HMD에서만 가능했던 시스템을 스마트폰, 태블릿, PC에서도 접속 가능하도록 설계되어, 다양한 디바이스에서 메타버스로 접속하여 강의를 진행할 수 있도록 설계함으로써 참여자의 확장성을 높일 수 있게 하였다.

또한, 메타버스 원격교육과 관련한 사용성 테스트를 통해 사용자들이 메타버스 원격교육의 수용 가능성 부분에서 긍정적으로 생각하고 있다는 것을 확인했으며 사용자의 개선 및 요구사항을 개발에 반영하여 완성도를 높일 수 있었다.

다양한 메타버스 환경을 실제 강의 및 행사에 적용해봄으로써 메타버스의 활용 가능성을 확인할 수 있었다.

본 연구는 디지털 전환 시대를 맞이하여 메타버스를 교육현장에 도입함으로써 미래 교육의 방향성을 제시할 수 있다는 것에 큰 의미가 있다. 본 연구 결과물은 비대면 교육뿐만 아니라, 공연, 영화, 소규모 동아리 활동, 대규모 컨퍼런스 등에 활용할 수 있다. 다양한 이벤트를 메타버스 안에서 진행할 수 있도록 설계되었으며, 3D 모델링을 활용한 교육도 가능하다.

다만 위에서 언급했던 것처럼 메타버스의 기본요소에 충실하게 개발되었으나 메타버스의 5C 부분에서는 아직 미흡한 부분이 많이 있으며, 추후 연구가 지속적으로 진행되어야 한다.

향후 메타버스 안에 대학 캠퍼스를 구현하기 위해서는 다양한 메타버스 환경 구현과 교과목에 활용할 수 있는 3D 모델링 에셋 개발이 필요하며, 메타버스 캠퍼스용 실시간 강의 기반의 LMS, DB 기반의 클래스 생성, 학사정보 커리큘럼을 연동하여 세션 및 이벤트 생성 등의 자동화 기능 등을 추가로 구현해야만 한다. 또한, 블록체인, NFT와 같은 메타버스 경제시스템과 연동도 추가 연구 및 개발이 필요하다. 이러한 부분은 많은 개발인력과 많은 개발 비용이 발생하게 되므로 혁신적인 산학관 협력이 필요하다.

그리고 메타버스 환경 구축을 위한 기술적 연구뿐만 아니라 메타버스를 교육에 적용하기 위한 교수학습 분야에 관한 연구, 다양한 교육용 실감 콘텐츠 개발에 관한 연구가 동시에 이루어져야만 한다.

References

- [1] S. K. Kim, Metaverse, 1st ed. Seoul: Plan-B Design, 2020.
- [2] S. L. Han and T. J. Kim, "News Big Data Analysis of 'Metaverse' Using Topic Modeling Analysis," The Journal of Digital Contents Society, Vol. 22, No. 7, pp. 1091-1099, July 2021.
- [3] S. L. Han and T. J. Kim, "News Big Data Analysis of 'Metaverse' Using Topic Modeling Analysis," The Journal of Digital Contents Society, Vol. 22, No. 7, pp. 1091-1099, July 2021.
- [4] J. M. Smart, J. Cascio, and J. Paffendorf, Metaverse Roadmap Overview: Pathways to the 3D web, MVR Summit 2007, Acceleration Studies Foundation, 1-28, 2007.
- [5] C. H. Kwon, "Smart City-based Metaverse a Study on the Solution of Urban Problems,"

- Journal Chosun Natural Science, Vol. 14, No. 1, pp.21-26, March 2021.
- [6] S. R. Park, J. M. Lee. "Domestic Research Trends on Augmented Reality in Education from 2015 to 2019," Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, Vol. 20, No. 1, pp. 1-23. January 2020.
- [7] H. W. Han, "A Study on Typology of Virtual World and its Development in Metaverse", Journal of Digital Contents Society, Vol. 9, No. 2, pp. 317-323, February 2008.
- [8] J. S. Bang, and Y. H. Lee, "Technical Trend in Digital twin for smart city development," Journal of The Korean Institute of Communication Sciences, Vol. 37, No. 5, pp. 11-19, May 2020.
- [9] S. J. Kang, C. M. Kim, H. J. Lee, J. W. Nam and M. S Park, "integrative Review on Nursing education Adopting Virtual Reality Convergence Simulation," Journal of Convergence for Information Technology, Vol. 10, No. 1, pp. 60-74, January 2020.
- [10] J. Y. Jeong and M. J. Kim, "Life-Logging and Changing Nature of Self," Journal of Social Thoughts and Culture, Vol. 19, No. 2, pp. 67-92, June 2016.
- [11] J. S. Lim and J. H. Choi, "A Study on the Record and Reproduction of Emotion in Digital Life-Logging," Journal of Basic Design & Art, Vol. 21, No. 2, pp. 271-283, April 2021.
- [12] 고선영, 정한균, 김종인, 신용태. "메타버스의 개념과 발전 방향". Korea Information Processing Society Review, vol. 28, pp.7-16, 2021.
- [13] Hong-gue Kang, A Study on the Internet Broadcasting Image Processing based on Offloading Technique on the Mobile Environments : The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC) Vol. 18, No. 6, pp.63-68, Dec. 31, 2018.

※ 본 논문은 2020년도 동서울대학교 산학협력
단 부설 연구지원센터의 교내연구지원으로
진행된 연구결과입니다.